REBAIXAMENTO DE NÍVEL DE BASE REGIONAL NO MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL E EVIDÊNCIAS DOS PROCESSOS DE CAPTURA DE DRENAGEM

Marcelo Vargas CASTANHEIRA
Marcelo Motta de FREITAS
Diogo Ladvocat Negrão COUTO

RESUMO

Após o fim do orógeno Brasiliano que durou desde o Neo-Proterozoico até o Cambriano, e resultou na formação do amplo complexo montanhoso que hoje ocupa as regiões Sudesde e Sul do Brasil, houve a separação dos continentes Africano e da América do Sul, formando o Oceano Atlântico.

A abertura do Oceano Atlântico gerou uma mudança radical na evolução do relevo de toda essa região, já que toda a drenagem, agora litorânea, é influenciada por este novo nível de base geral. Dentre os processos que tem forte influência na atual evolução desse relevo, a captura de drenagem tem com certeza um papel de destaque, mesmo que pouco venha sendo estudado sobre ela.

Este trabalho tem como objetivo analisar processos de captura de drenagem observados a montante do "cânion" de Sapucaia, no médio vale do rio Paraíba do Sul. Para isso foram elaborados diferentes mapas (hipsométrico, geológico, orientação da drenagem relacionado a lito-estrutura e de terraços fluviais), para o melhor entendimento desse processo na região. Os resultados demonstram um conjunto de bacias de drenagem reguladas por um novo nível de base que possuem divisores de drenagem com vales suspensos, marcados por depósitos fluviais. Esta característica dos divisores, somada ao aumento na amplitude de relevo dessas bacias, evidenciam processos de captura de drenagem que culminam com formas de erosão incisas (voçorocas) dissecando terraços fluviais e encostas.

INTRODUÇÃO

Este estudo faz parte da elaboração de projeto de fim de curso (Bacharel em Geografia), e se caracteriza pela análise dos processos de captura de drenagem decorrentes da evolução da rede de drenagem no médio vale do rio Paraíba do Sul, identificados na bacia do rio Macuco-Minerva, um de seus tributários diretos. Para que esses processos possam ser mais bem entendidos será feito um desenvolvimento da historia geológica e geomorfológica, desde uma escala macro ate o fechamento na área de estudo.

A atual estruturação geológica do planalto Sudeste brasileiro tem relação direta com eventos tectônicos que ocorreram desde o Pré-cambriano. Esses eventos são decorrentes da orogenia proterozóica, colisão da placa sul americana com a africana, resultando no soerguimento de um complexo montanhoso em toda a sua borda.

A esta feição dá-se o nome de orógeno. Segundo Heilbron *et al*. (2004) o orógeno é o produto da interação convergente de placas litosféricas. Existem duas possibilidades de ocorrência de um orógeno: acrecionário e colisional. No acresionário há a adição de magma e sedimento a uma margem de placa. O orógeno colisional é o resultado da interação convergente (colisão) entre dois continentes, entre dois arcos de ilha e de continente com arco de ilha. Com isso são promovidos o encurtamento e o espessamento crustal, deformação compressiva, metamorfismo e fusão parcial. É valido lembrar que um orógeno

colisional pode ser composto de varias colisões sucessivas durante todo o ciclo termo-tectônico.

Forma-se uma colagem na somatória de orógenos acrescentados às bordas de um ou mais cratons ou núcleos-semente, num intervalo de tempo determinado (Sengor, 1990 *in* Heilbron *et al* 2004). Toda região afetada tectonicamente por um orógeno também pode ser chamada de faixa móvel. Toda a região que permanece rígida e tectonicamente estável em relação à deformação compressiva focada fora dela, num determinado período de tempo, é conhecido como cráton (Heilbron *et al*, 2004).

O orógeno tratado nesse trabalho é denominado brasiliano, que causou o fim dos oceanos Goianóides e Adamastor além de participar da formação do Supercontinente Gondwana. A orogênese brasiliana é o amplo período orogenético neo-proterozóico-cambriano, essencialmente diacrônico de uma a outra região, que engloba o conjunto de colagens responsável pela estruturação do embasamento da plataforma Sul Americana (Brito-Neves *et al*., 1999 *in* Heilbron *et al,.* 2004), a partir de processos estritamente acrecionários (Heilbron *et al*., 2004).

Dentre todas as regiões afetadas por esse evento tectônico, a faixa móvel Ribeira é a que assume uma maior importância para esse trabalho. Segundo Heilbron *et al*. (1995) a orogênese brasiliana pode ser dividida em três etapas tectônicas principais, período sin-colisional, pós-colisional e pós-tectônico. O período sin-colisional (590-563 Ma) é a etapa principal de encurtamento crustal no segmento central da faixa ribeira, com duas fases geométricas de deformação (D1+D2), metamorfismo (M1) com condições máximas de pressão variando de média a alta seguida por uma etapa de menor pressão, sendo responsável pela compartimentação tectônica da faixa e pelo empilhamento de diversas escamas de empurrão com transporte tectônico direcionado para a área do cráton do São Francisco, a Noroeste.

No período pós –colisional (535-520 Ma) são encontradas as deformações tardias, que foram agrupadas com base em critérios geométricos nas fases de deformação D3 e D4. Na fase D3 houve o redobramento de todas as estruturas previamente formadas, gerando dobras empinadas abertas e apertadas, subordinadamente isoclinais, com eixos NE/SW com caimento sub horizontal e planos axiais com mergulhos ingrimes para SE ou NW, como por exemplo a megassinforma do rio Paraíba do Sul e a zona de cisalhamento localizada no mesmo rio.

A deformação D4 gerou dobras abertas e suaves, associadas a zonas de cisalhamento dúcteis/rúpteis, mas se concentram em zonas restritas (Heilbron *et al*., 1995). Ainda para a mesma autora, no período pós-tectônico (503-492 Ma) foram gerados os granitóides que afloram somente no setor sul do domínio tectônico do Arco Magmático, na serra do Mar e na região costeira do Estado do Rio de Janeiro, como, por exemplo, a Serra dos Órgãos.

Howell (1989 *in* Heilbron 2004) separou a faixa Ribeira em cinco terrenos tecno-estratigráficos: Ocidental, Paraíba do Sul, Embu, Oriental e Cabo Frio. Esses terrenos estão separados por falhas de empurrão ou por zonas de cisalhamento obliquas transpressivas (Heilbron *et al*. 2004).

Os terrenos Ocidental, Paraíba do Sul e Oriental estão associados à colisão II (605-560 Ma) e somente o terreno Cabo Frio que foi afetado pela colisão III (535-510 Ma) (Heilbron *et al*. 2004).

No final do proterozóico (período sin-colisional), com o arrefecimento do calor e mudanças no regime de esforços, a compressão originou inúmeras falhas transcorrentes que recortam o sudeste brasileiro. Desse estágio final, no Cambro-Ordoviciano, resultou o denso arranjo de zonas de cisalhamento dextrais anastomosadas, orientadas segundo ENE a E-W (Hasui e Sadowski, 1976 *in* Almeida & Carneiro, 1998).

Após o término do período de colisão, houve o início do movimento oposto, ou seja, as placas que antes estavam convergindo, passaram a estabelecer um movimento mais marcadamente divergente. O início desse processo está ligado à reativação Wealdeniana, que ocorreu no Jurássico Superior (Almeida, 1967 *in* Riccomini *et al.,* 2004). A reativação não é formada somente pela divergência entre as placas, também ocorreu um movimento transcorrente que resultou na formação de dobras muito particulares conhecidas como "altos estruturais", como, por exemplo, o alto de Cabo Frio, que separa as bacias de sedimentares de Santos e Campos.

Posteriormente, este processo acabou evoluindo para a abertura do Oceano Atlântico, onde inúmeras descontinuidades mais antigas foram reativadas em pulsos descontínuos que perduraram desde o Cretáceo até o Terciário. Eesse processo de riftiamento também gerou grabens em antigas zonas de cisalhamento, devido a sua menor resistência.

A província da Serra do Mar, de idade Neocretácea, é controlada por falhas NE a ENE relacionadas ao desenvolvimento do acidente topográfico homônimo e da Bacia de Santos (Riccomini *et al*., 2004). Almeida e Carneiro (1998) acreditam que a formação desta serra estaria associada à compensação isostática. A isostasia foi gerada a partir do deposito de parte dos sedimentos gerados pelo desgaste da superfície do Japi na bacia de Santos. Esse processo criou uma carga de sedimentos tão pesada que acabou reativando a falha de Santos, causando o soerguimento, progressivo e pulsativo, da porção oeste à falha. Inicialmente sua vertente litorânea – escarpa - estaria localizada rente à falha e, devido à erosão diferencial, teria recuado até sua posição atual.

Segundo Riccomini *et al.* (2004), ainda houve outros eventos deformadores no Mioceno, Neogeno e Pleistoceno tardio a Holoceno. Também ocorreram outros fatores que provavelmente interferiram no balaço dos esforços envolvidos, tais como a carga de sedimentos na bacia de Santos, a presença de soerguimentos regionais e a ascensão do nível do mar após a glaciação do Pleistoceno.

Essa seqüência de processos acabou formando a base litológica-estrutural que foi, é e ainda vai ser complementada devido a diversos processos como intemperismo físico, alívio de pressão, reativação de falhas, entre outros. A estrutura litológica é formada predominantemente por falhas, fraturas, intrusões e foliação/bandamentos. Segundo Penha (2001) a falha é, em termos geológicos, uma fratura na crosta terrestre com deslocamento relativo, perceptível entre os lados contíguos e ao longo do plano de fratura, existindo ainda três tipos: falha normal, falha inversa e falha horizontal ou transcorrente. Para Guerra e Guerra (2003) a fratura é uma junta ou fenda microscópica ou macroscópica que aparecem no corpo de uma rocha principalmente por causa de esforços tectônicos, tendo direções variadas. A foliação/bandamento é caracterizada pelo arranjo de todos ou de alguns minerais, segundo planos paralelos (Penha, 2001), sendo esse tipo de textura muito comum entre as rochas metamórficas.

Para Almeida *et al*. (1991 *in* Coelho Netto *et al* 1992) a rede de canais é fortemente controlada pelas condições lito-estruturais regionais. Sendo assim, existe um elevado índice de canais que correm preferencialmente em eixos de fraturas, ou seguindo a foliação/bandamento de rochas metamórficas, ou ainda sobrepostos a diques de rochas básicas.

Pesquisas realizadas no Médio Vale do rio Paraíba do Sul por Coelho Netto *et al*. (1992) demonstram a afirmativa de Almeida, onde os vales principais seguem preferencialmente os contatos das unidades litológicas e os vales tributários desenvolvem-se ao longo do fraturamento principal, seguindo o sentido "dip" ou "anti-dip" da foliação metamórfica.

Coelho Netto *et al.* (1988 *in* Coelho Netto, 1992) também apontam para a relação entre feições de erosão linear acelerada (voçorocas) e famílias de fraturamento do substrato rochoso em bacias de drenagem com elevado índice de concavidades. Havendo uma relação direta entre ocorrência de concavidades e alto índice de sedimento no canal.

Outras estruturas importantes são as rochas de falhas reativadas e as zonas de cisalhamento antigas que, devido à baixa resistência a erosão diferencial, governam o traçado da rede de drenagem (Almeida e Carneiro, 1998)

O desenvolvimento dos "knickpoints" também é fortemente controlado pelas estruturas, particularmente pelo ângulo de inserção de fratura com o "strike" da foliação/bandamento principal (Eiraldo Silva *et al.,* 1993). As fraturas verticais que cortam a foliação do substrato geológico num ângulo de 90°, por exemplo, faz com que a trajetória do fluxo d'água canalizado desvie também em 90°, o que representa o desvio de um canal evoluindo ao longo de "strike" para a direção do fraturamento principal, fluindo no sentido do "dip" ou "anti-dip" e gerando dessa forma um "knickpoint" (Coelho Netto *et al*., 1992). Vale ressaltar que os "knickpoints" também podem surgir nos locais de rochas mais resistentes à erosão linear (Bigarella *et al*., 1965).

O conceito de nível de base foi inicialmente proposto por Powel em 1875, correspondendo a um plano imaginário, abaixo do qual não ocorre erosão, e mais tarde Gilbert (1877) destacou a importância dos níveis de base locais na evolução da paisagem geomorfológica, por estes produzirem bacias suspensas que operam independentemente da rede regional de canais, como descrito no trabalho de Dantas *et al*. (1995). Para Penck (1953, *in* Bigarella *et al.,* 1965) o nível de base de erosão absoluto é o nível do mar ou a porção menos elevada de uma bacia de drenagem endorreica.

Dantas e Coelho Netto (1991) destacam a ocorrência de zonas de litologias aparentemente mais resistentes como responsáveis, pelo menos em parte, pelo estrangulamento dos vales, sugerindo uma condição favorável à retenção de sedimentos e, portanto, afetando a extensão da agradação nos fundos de vales. Igualmente, a medida em que os níveis de base locais definem segmentos de vales suspensos em relação aos coletores principais, passam também a controlar a dissecação à montante dos mesmos (Dantas e Coelho Netto, 1991).

A agradação é a responsável pela retenção das unidades deposicionais na média e baixa encostas (colúvio) (Moura e Silva, 2001), e também nos fundos de vale próximos a estrangulamentos (alúvio). A degradação promove o recuo das encostas continuamente dissecadas pelas rampas de colúvio que convergem ao eixo principal das cabeceiras de drenagem (Moura e Silva, 2001).

Os níveis de base locais atuam, portanto, de forma marcante na retenção de sedimentos – agradação - em bacias desarticuladas a rede regional de canais (Dantas *et al*., 1995), governando a evolução das cabeceiras de drenagem.

Após a abertura do oceano Atlântico a maioria das bacias da região sudeste do Brasil passaram a ser regidas por este novo nível de base geral. Como os canais fluviais são, especialmente na faixa móvel Ribeira, fortemente controlados pela lito-estrutura, iniciou-se um processo de dissecação - trabalho erosivo - sobreposto a essas estruturas.

Desse modo, os níveis de base locais detêm um importante papel, no sentido em que eles garantem vales suspensos, deposição espacialmente heterogênea dos sedimentos e evolução diferencial da rede de drenagem. Freqüentemente a evolução remontante da bacia acaba esbarrando em litologias e estruturas mais resistentes. Isso acaba formando níveis de base locais e, conseqüentemente, vales suspensos temporariamente destacados da dinâmica regional. A partir desse processo, a dissecação remontante passa a agir em canais tributários que oferecem litologias de menor resistência ou estruturas facilitadoras. Esses canais evoluem em direção às cabeceiras, dissecando, recuando e rebaixando os divisores (Coelho Netto, 2003). Este processo pode levar a captura de drenagem de uma bacia suspensa, que, até então, estava destacada da dinâmica regional, criando inversões parciais ou totais de relevo. Méis e Moura (1984 *in* Coelho Netto, 2003) descreveram essas inversões de relevo em diversas localidades do médio vale do rio Paraíba do Sul. As autoras observaram ainda que o avanço regressivo pode cruzar os divisores e induzir a captura de canais de drenagem entre vales adjacentes.

OBJETIVOS

Esse estudo tem como objetivo compreender a evolução da rede de canais a partir de capturas de drenagem, decorrentes da definição de um novo nível de base geral, com a abertura do oceano Atlântico. Um estudo de caso foi aqui analisado nas imediações da cidade de Sapucaia (RJ) onde o rio Minerva apresenta uma inflexão em seu curso, transformando-se no rio Macuco, tendo na porção superior de sua bacia, abundantes terraços fluviais. O trabalho portanto recai sobre a análise da bacia do rio Macuco- Minerva, a fim de diagnosticar as evidências do processo de captura por ela sofrido.

ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo, localizada no Médio Vale do Paraíba do Sul, está situada geologicamente na Faixa Móvel Ribeira, no domínio tectônico do complexo Juiz de Fora, composto por rochas metamórficas, principalmente paragnaisses de alto grau, formados por diversas fases deformacionais desde o proterozóico ao cenozóico.

A região está situada no médio curso do rio Paraíba do Sul, entre a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, com a predominância do relevo de colinas, caracterizado pela presença de morrotes isolados com feições côncavas e convexas e com o relevo aumentando sua amplitude quanto mais próximo de suas cabeceiras. Nessa pesquisa foi escolhida a bacia do rio Macuco-Minerva que é um tributário da vertente Norte do Paraíba do Sul, a montante da cidade de Sapucaia.

Praticamente toda a vegetação da área é constituída de pastos, com raríssimos fragmentos de Mata Atlântica secundária, remanescentes da utilização maciça de seus recursos pelos ciclos econômicos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos utilizados para realização do trabalho consistiram em sucessivos trabalhos de campo, onde foram levantados os processos erosivos e feições deposicionais ocorrentes na bacia selecionada, além de mapeamento da hipsometria da região.

O mapeamento hipsométrico foi realizado a partir das Cartas de Três Rios, Mar de Espanha, Anta e Sapucaia do IBGE, na escala 1:50.000, destacando diferentes altitudes, de acordo com as seguintes classes: até 230, 230-280, 280-300, 300-400, 400-500, 500-700, 700-900 e acima de 900m. As classes hipsométricas foram distribuídas desta forma com o objetivo de detalhar níveis altimétricos relevantes, como o nível de base regional a 230m (em Sapucaia) e os knickpoints das bacias suspensas a 280 e 300m. A separação deste último nível representa a diferença do trabalho erosivo ditado pelo nível de base regional em relação aos níveis suspensos preservados deste trabalho erosivo. Além do mapa hipsométrico regional foi destacado para análise o recorte das bacias do rio Macuco-Minerva e Chiador, mantendo as classes de desnivelamento propostas.

Para corroborar às análises hipsométricas foi elaborado o perfil longitudinal do canal do rio Macuco-Minerva, a fim de observar o trabalho erosivo abaixo do suposto ponto de captura. Todos os mapeamentos foram gerados a partir da base 1:50.000 do IBGE e tratados no *software* Arcview.

RESULTADOS

A reorganização dos blocos crustais, associadas à heterogeneidade litológica, define uma dissecação diferencial dos sistemas de drenagem com uma compartimentação geomorfológica atrelada à ocorrência de knickpoints. Neste sentido é possível perceber que

regionalmente, há um controle da dissecação do rio Paraíba do Sul pelo *knickpoint* formado no estreitamento do rio, próximo a cidade de Sapucaia, em forma de corredeira, chamado aqui de "cânion" de Sapucaia. Este nível de base possui altitude de 230m, regulando aí a dissecação das bacias para montante.

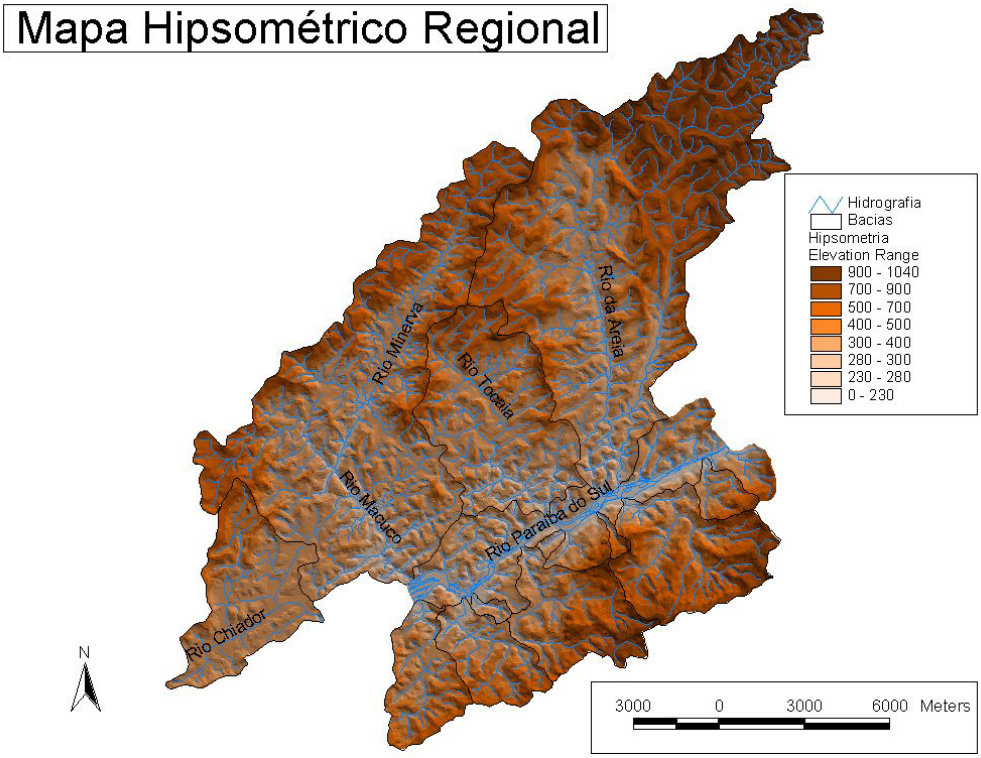

Figura 1 : Mapa Hipsométrico Regional

No mapa hipsométrico regional (Figura 1) podemos perceber um outro nível altimétrico marcado por *knickpoints* no rio Macuco-Minerva e no rio Chiador que regulam seus vales suspensos acima de 280 e 300m (o que garantiu a classe 280 a 300m, no intuito de chamar atenção para a ocorrência deste nível de base). Este nível topográfico marca para o rio Minerva, uma superfície no fundo de vale que se regula, na continuidade de seus afluentes a oeste, com o fundo de vale do rio Chiador, que possui um *knickpoint* a 300m de altitude e um divisor com a bacia do rio Minerva, muito pouco nítido e formado por material aluvial (Figura 2). Esta característica do divisor marca nitidamente a continuidade dos fundos de vale, sendo que hoje o vale pendente para o Minerva apresenta-se mais dissecado e com níveis de terraços suspensos.

Na passagem do rio Minerva pela cota de 280m, quando se transforma me Macuco, há uma mudança marcante na direção da drenagem principal caracterizado num ângulo de quase 45º. O perfil longitudinal do canal do rio Macuco-Minerva apresenta nítida compartimentação da bacia nestes dois níveis topográficos, mostrando maior dissecação abaixo do *knickpoint* de 280m. Essa mudança de direção tão acentuada representa o ponto da captura do rio Minerva pelo Macuco, sendo este último regulado pelo nível de base regional no cânion de Sapucaia. Este nível de base regional dita um processo erosivo remontante que foi capaz de promover o rompimento do antigo divisor de um pequeno afluente do rio Paraíba do Sul (Macuco) em um processo de captura de drenagem até o rio Minerva, que corria com o fundo de vale no entorno da cota de 300m.

Esta dissecação deixa marcas na paisagem geomorfológica em forma de terraços fluviais, que em alguns pontos do vale do rio Minerva podem atingira até 6 metros de altura. A direção predominante de NE-SW, passa a N-S no baixo curso, estas direções no que diz respeito às estruturas do substrato geológico estão associadas, respectivamente a foliação principal das rochas e às falhas norte-sul da reativação atlântica.

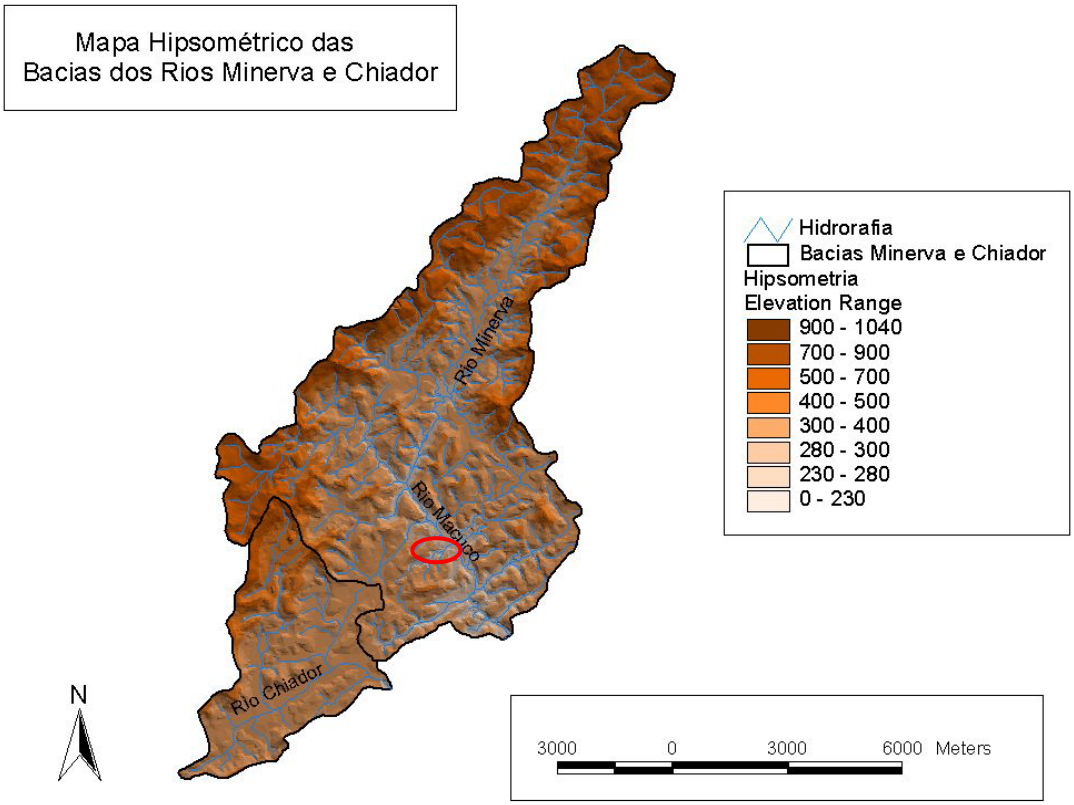

Figura 2: Mapa Hipsométrico das bacias dos rios Minerva e Chiador, com destaque para o divisor rebaixado entre as bacias, formado de material aluvial.

Os processos de abertura do oceano Atlântico e rifitiamento acabaram por definir um novo nível de base geral para toda a drenagem na porção a leste do continente americano - incluindo a região em estudo- criando, a partir daí, um novo regime de evolução da rede de drenagem controlado por esse novo nível de base geral. A reorganização da rede de drenagem ocorre ainda se ajustando a este novo componente da topografia planetária. Dentre os processos decorrentes dessas mudanças, a captura de drenagem é um dos principais meios de regulação das redes de canais a essas diferenças de nível de base.

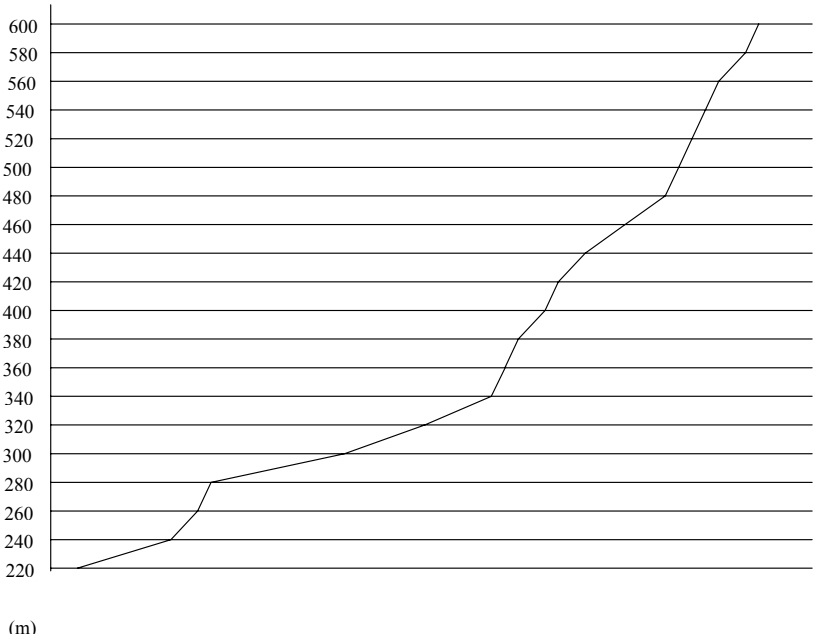

Figura 3: Perfil longitudinal do Rio Macuco-Minerva

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F.F.M. de & CARNEIRO, C.D.R. 1998 "Origem e Evolução da Serra do Mar". Revista Brasileira de Geociências, vol. 28(2): 135-150.

BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; & SILVA, J.X. 1965. Considerações a respeito da evolução das vertentes. Bol. Paran. De Geografia, 16/17, p. 85-116.

COELHO NETTO, A.L.; ALMEIDA, J.C.H.; EIRALDO SILVA, L.G.A.; AVELAR, A.S.;DANTAS, M.E. & FREITAS, M.M. 1992. Controle litológico-estrutural do substrato geológico na formação e desenvolvimento da rede de canais e da morfologia dos vales: bacia do rio Bananal e áreas adjacentes (SP/RJ): Médio Vale do rio Paraíba do Sul. In: encontro de geomorfologia do sudeste, 1, Rio de Janeiro, Anais..., Rio de Janeiro, pp. 116-118.

COELHO NETTO, A.L. 2003. Evolução de cabeceiras de drenagem no médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a formação e o crescimento da rede de canais sob controle estrutural. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 4, N°2 (2003) 69-100.

DANTAS, M.E. e COELHO NETTO, A.L. 1991. Morfologia dos fundos de vales da bacia do rio Bananal: Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. In: Simp. Geog. Fis. Aplic., Anais, P.113-120.

DANTAS, M.E.; EIRALDO SILVA, L.G.; COELHO NETTO, A.L. 1995. Níveis de base locais e estocagem de sedimentos nas bacias dos rios bananal (SP/RJ) e salto (RJ): controles geológicos e morfométricos. In: V Congresso da ABRQUA. Niterói/RJ, Anais, p. 176-182.

EIRALDO SILVA, L.G.A.; DANTAS, M.E. & COELHO NETTO, A.L. 1993. Condicionantes lito-estruturais na formação dos níveis de base locais ("knickpoints") e implicações geomorfológicas no Médio Vale do rio Paraíba do Sul (RJ/SP). In: Simp. Geol. Do sudeste, 3. Rio de Janeiro. Atas...SBG. P.96-102.

GUERRA, A.T. e GUERRA, A.J.T. 2003. Novo Dicionário Geológico- Geomorfológico. Ed. Bertand Brasil, 3ª Edição, Rio de Janeiro.

HEILBRON, M.; PEDROSA SOARES, A.C.; NETO, M.C.C.; SILVA, L.C.; TROW, R.A.J.; JANASI, V.A. 2004. "Domínio da Mantiqueira" in "Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida". Editora Beca, São Paulo-SP.

HEILBRON, M.; VALERIANO, C.M.; VALLADARES, C.S.; MACHADO, N. 1995. "A Orogênese Brasiliana no Segmento Central da Faixa Móvel Ribeira, Brasil."Revista Brasileira de Geociências, vol. 24(4):249-266.

MOURA, J. & SILVA, T. 2001. Complexo de rampa de colúvio. In: Guerra, A.J.T. e Cunha, S.B.(orgs.) Geomorfologia do Brasil, Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ.

PENHA, H. M. 2001. Processos Endogenéticos na Formação do Relevo. In: Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos, organizado por Guerra, A.J.T. e Cunha, S.B.; Ed. Bertrand Brasil, 4 Edicao , pp. 51-92.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A. L. 2004. "Evolução Geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil" in Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Editora Beca, São Paulo-SP.